



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Геотехники

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Численное моделирование в геотехнике

направление подготовки/специальность 08.04.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Геотехника

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

- закрепление и углубление теоретических знаний;
  - получение навыков и опыта профессиональной деятельности;
  - формирование профессиональных компетенций в области промышленно-гражданского строительства.
- сбор, систематизация и анализ исходных данных и условий для подготовки проектной документации для строительства и реконструкции зданий и сооружений;
- выполнение инженерно-геологических и инженерно-геотехнических изысканий;
- расчет, конструирование, устройство и мониторинг оснований и фундаментов;
- использование универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования;
- верификация методов и программных средств;
- проведение технико-экономического обоснования проектных решений оснований и фундаментов;
- подготовка проектной и рабочей технической документации для строительства и реконструкции зданий и сооружений, оформление законченных проектных и конструкторских работ;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации заданию на проектирование, стандартам, нормам и правилам, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам;

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой информационной модели объекта капитального строительства	ПК(Ц)-1.1 Осуществляет выбор программного обеспечения для работы с информационной моделью	<b>знает</b> Перечень и специализацию программного обеспечения для создания информационной модели сооружения <b>умеет</b> Выбрать необходимый комплекс программного обеспечения для достаточного формирования информационной модели сооружения <b>владеет</b> Навыками создания и редактирования информационной модели в различных программных комплексах
ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой информационной модели объекта капитального строительства	ПК(Ц)-1.2 Организует процесс разработки информационной модели в соответствии с утвержденными проектными решениями	<b>знает</b> Этапы разработки проектной документации <b>умеет</b> Организовать процесс разработки информационной модели между смежными разделами проектной документации <b>владеет</b> Навыками создания, просмотра и редактирования информационной модели смежных разделов проектной документации

<p>ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой информационной модели объекта капитального строительства</p>	<p>ПК(Ц)-1.3 Проводит оценку созданной информационной модели на соблюдение утвержденных проектных решений</p>	<p><b>знает</b> Требования к полноте и содержанию информационной модели в рамках раздела проектной документации КЖО</p> <p><b>умеет</b> Самостоятельную оценку созданной информационной модели</p> <p><b>владеет</b> Навыками создания, редактирования и проверки информационной модели</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой информационной модели объекта капитального строительства</p>	<p>ПК(Ц)-1.4 Согласовывает созданную информационную модель с другими разделами проекта</p>	<p><b>знает</b> Требования к информационной модели смежных разделов проектной документации</p> <p><b>умеет</b> Согласовывать информационную модель со смежными разделами проектной документации</p> <p><b>владеет</b> Навыками взаимодействия со специалистами смежных отраслей</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой информационной модели объекта капитального строительства</p>	<p>ПК(Ц)-1.5 Передает разработанную и согласованную информационную модель руководителю проекта или заказчику в формате, указанном в техническом задании</p>	<p><b>знает</b> Классификация и перечень форматов информационных моделей</p> <p><b>умеет</b> Изменять формат информационной модели</p> <p><b>владеет</b> Навыками передачи информационной модели заказчиком в различных форматах</p>
<p>ПК-1 Способен разрабатывать и согласовывать технические решения и проектную документацию в области механики грунтов и фундаментостроения</p>	<p>ПК-1.1 Осуществляет разработку технического решения по объектам градостроительной деятельности в части устройства и использования оснований, конструкции фундаментов и подземных сооружений</p>	<p><b>знает</b> Перечень и специализацию программного обеспечения для создания информационной модели сооружения</p> <p><b>умеет</b> Выбрать необходимый комплекс программного обеспечения для достаточного формирования информационной модели сооружения</p> <p><b>владеет</b> Навыками создания и редактирования расчетной конечно-элементной модели в различных программных комплексах</p>

<p>ПК-1 Способен разрабатывать и согласовывать технические решения и проектную документацию в области механики грунтов и фундаментостроения</p>	<p>ПК-1.2 Определяет методы и практические приемы выполнения экспериментальных и теоретических исследований в области геотехники и фундаментостроения для анализа результатов выполнения работ</p>	<p><b>знает</b> Различные фундаментальные схемы и методы решения геотехнических задач с помощью численных методов <b>умеет</b> Применять различные фундаментальные схемы и методы решения геотехнических задач с помощью численных методов <b>владеет</b> Навыками адаптации реальных ситуаций к различным фундаментальным схемам и методам решения геотехнических задач с помощью численных методов</p>
<p>ПК-1 Способен разрабатывать и согласовывать технические решения и проектную документацию в области механики грунтов и фундаментостроения</p>	<p>ПК-1.3 Осуществляет моделирование и анализ результатов расчетов для обоснования конструктивной надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности в части использования оснований, конструкции фундаментов и подземных сооружений</p>	<p><b>знает</b> Методы и алгоритмы создания и проверки расчетной модели <b>умеет</b> Применять методы и алгоритмы создания и проверки расчетной модели <b>владеет</b> Методами и алгоритмами создания и проверки расчетной модели</p>
<p>ПК-1 Способен разрабатывать и согласовывать технические решения и проектную документацию в области механики грунтов и фундаментостроения</p>	<p>ПК-1.4 Прогнозирует природные и техногенные опасности для оценки и управления рисками в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения</p>	<p><b>знает</b> Основные риски для конкретной расчетной ситуации и методы ее учета при моделировании этой ситуации <b>умеет</b> Распознавать основные риски для конкретной расчетной ситуации и реализовать ее при моделировании этой ситуации <b>владеет</b> Навыками по корректному моделированию природных и техногенных опасностей в расчетной модели</p>

<p>ПК-5 Способен анализировать информацию об объекте градостроительной деятельности для разработки программы работ в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения</p>	<p>ПК-5.1 Проводит анализ и оценку влияния конструктивных, объемно-планировочных и технологических особенностей объекта градостроительной деятельности на технические решения в области оснований, конструкций фундаментов и подземной части зданий и сооружений</p>	<p><b>знает</b> Влияния конструктивных, объемно-планировочных и технологических особенностей объекта градостроительной деятельности на технические решения в области оснований, конструкций фундаментов и подземной части зданий и сооружений</p> <p><b>умеет</b> Проводить анализ и оценку влияния конструктивных, объемно-планировочных и технологических особенностей объекта градостроительной деятельности на технические решения в области оснований, конструкций фундаментов и подземной части зданий и сооружений</p> <p><b>владеет</b> Навыками и методами анализа и оценки влияния конструктивных, объемно-планировочных и технологических особенностей объекта градостроительной деятельности на технические решения в области оснований, конструкций фундаментов и подземной части зданий и сооружений</p>
<p>ПК-5 Способен анализировать информацию об объекте градостроительной деятельности для разработки программы работ в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения</p>	<p>ПК-5.3 Применяет современные средства информационных систем и информационно-коммуникационных технологий в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения</p>	<p><b>знает</b> Современные средства информационных систем и информационно-коммуникационных технологий в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения</p> <p><b>умеет</b> Применять современные средства информационных систем и информационно-коммуникационных технологий в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения</p> <p><b>владеет</b> Современными средствами информационных систем и информационно-коммуникационных технологий в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения</p>

<p>ПК-5 Способен анализировать информацию об объекте градостроительной деятельности для разработки программы работ в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения</p>	<p>ПК-5.4 Проводит оценку влияния конструктивных, объемно-планировочных и технологических особенностей объекта градостроительной деятельности на технические решения в области оснований, конструкций фундаментов и подземной части зданий и сооружений</p>	<p><b>знает</b> Методы оценки влияния конструктивных, объемно-планировочных и технологических особенностей объекта градостроительной деятельности на технические решения в области оснований, конструкций фундаментов и подземной части зданий и сооружений</p> <p><b>умеет</b> Производить оценку влияния конструктивных, объемно-планировочных и технологических особенностей объекта градостроительной деятельности на технические решения в области оснований, конструкций фундаментов и подземной части зданий и сооружений</p> <p><b>владеет</b> Навыками для оценки влияния конструктивных, объемно-планировочных и технологических особенностей объекта градостроительной деятельности на технические решения в области оснований, конструкций фундаментов и подземной части зданий и сооружений</p>
<p>ПК-6 Способен проводить полевые и лабораторные исследования для получения сведений о состоянии и прогнозируемых свойствах основания, конструкций фундаментов и подземных сооружений</p>	<p>ПК-6.3 Осуществляет выбор современных средств автоматизации в области геотехники и фундаментостроения, включая автоматизированные информационные системы</p>	<p><b>знает</b> Современные средства автоматизации в области геотехники и фундаментостроения, включая автоматизированные информационные системы</p> <p><b>умеет</b> Выбирать современные средства автоматизации в области геотехники и фундаментостроения, включая автоматизированные информационные системы</p> <p><b>владеет</b> Современными средствами автоматизации в области геотехники и фундаментостроения, включая автоматизированные информационные системы и обладать навыками для их использования</p>

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.ДВ.01.01 основной профессиональной образовательной программы 08.04.01 Строительство и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Инженерные изыскания в геотехническом строительстве	ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-2.5, ПК-5.5
2	Механика грунтов в высотном и подземном строительстве	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК-6.2

## Инженерные изыскания в геотехническом строительстве

Знает:

- процесс проведения инженерно-геотехнических изысканий

Умеет:

- применять нормативную документацию регламентирующую инженерно-геотехнические изыскания

Владеет:

- специальной терминологией дисциплины

- навыками анализа результатов инженерно-геотехнических изысканий

Механика грунтов в высотном и подземном строительстве

Знает:

- основные положения и расчетные методы, физико-механические свойства грунтов

Умеет:

- применять полученные знания по курсу дисциплины

Владеет:

- терминологией дисциплины

- расчетными методами дисциплины

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК-5.6, ОПК-5.7, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-6.5, ОПК-6.6, ОПК-6.7, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК-5.5, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-6.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Вид учебной работы	Всего	Из них часы на	Семестр
--------------------	-------	----------------	---------

	часов	практическую подготовку	2	3
<b>Контактная работа</b>	112		48	64
Лекционные занятия (Лек)	32	0	16	16
Лабораторные занятия (Лаб)	64	0	32	32
Практические занятия (Пр)	16	0		16
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,75		0,25	1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1			1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25			0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,5		0,25	0,25
<b>Часы на контроль</b>	35,5		8,75	26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	174,75		87	87,75
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>				
<b>часы:</b>	324		144	180
<b>зачетные единицы:</b>	9		4	5

## 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1. Тематический план дисциплины (модуля)













16.1	Промежуточная аттестация	3							0,25	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК(Ц)- 1.2
16.2	Консультация	3							1	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК(Ц)- 1.2

### 5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций								
1	Опыт применения численного моделирования в решение геотехнических задач.	Вводная лекция по применению численного моделирования в геотехнической практике. Типы задач, которые решаются численными методами. Примеры расчетных моделей. План темы и задач на дисциплину.								
3	Основы языка программирования Python. Синтаксис языка программирования. Библиотеки, для матричного вычисления. Библиотеки для визуализации данных.	Основы языка программирования Python. Работа с данными. Списки. Массивы. Условия. Циклы. Функции.								
4	Метод конечных элементов на примере задачи Пуассона	Задача Пуассона о натяжении мембраны. Уравнение Лапласа. Запись сильной и слабой постановки. Применение численного метода. Запись дискретной постановки. Понятие базисных функций. Понятие локальной матрицы жесткости. Локального вектора правой части. Понятие граничных условий. Пример создания такой программы и результат решения.								
5	Моделирование фильтрации грунтовых вод.	Задача стационарной, установившейся фильтрации грунтовых вод. Математическое описание задачи фильтрации. Ее реализации с помощью метода конечных элементов. Примеры решения таких задач. Пример написания программы и результаты.								
6	Задача теории упругости в геотехнике.	Плоская задача теории упругости. Физический закон Гука и его матричная форма. Расчет относительных деформаций и напряжений. Плосконапряженное состояние и плоская деформация. Плоская задача теории упругости. Физический закон Гука и его матричная форма. Расчет относительных деформаций и напряжений. Плосконапряженное состояние и плоская деформация. Граничные условия. Внешние нагрузки. Собственный вес грунта.								
7	Решение температурных задач в геотехнике численными методами.	Температурные задачи в практической геотехнике и примеры их решения численными методами. - Физические уравнения теплопроводности - матричная запись численного решения задачи теплопроводности - особенности граничных условий и внешних воздействий в задачах теплопроводности - пример реализации программы, реализующий численный метод								

		конечных элементов в задачах температуры - практические примеры моделирования реальных ситуаций численными методами
8	Методы решения нелинейных задач геотехники	Методы решения геотехнических задач с физической нелинейностью - Понятие нелинейности в численном моделировании - методы решения задач с физической нелинейностью - метод начальных напряжений для модели грунта Мора-Кулона (идеальная упругопластическая модель)
9	Основные нелинейные модели грунтов.	Нелинейные математические модели грунта. - линейно упругая модели, ее параметры и область ее применения - упругопластическая модель, ее параметры и область ее применения - модель soft soil, ее параметры и область ее применения - модель soft soil creep, ее параметры и область ее применения - модель hardening soil, ее параметры и область ее применения - модель hardening soil small strain, ее параметры и область ее применения
10	Реализация расчета консолидации грунта численным методом	Процесс фильтрационной консолидации и его описание с помощью численного моделирования и метода конечных элементов - описание процесса консолидации. Физика процесса - параметры грунта, для консолидационного расчета - область применения задач консолидации - математическое описание основных уравнений консолидации и их реализация с помощью метода конечных элементов
11	Численные методы решения задач динамики грунтов	Численные методы решения задач динамики грунтов - область применения динамических задач - физика процессов динамики грунтов - модели грунтов для динамических задач - решение задачи динамики грунтов численными методами - математический аппарат метода конечных элементов для решения задачи динамики - примеры расчетов и анализ полученных результатов
12	Численное моделирование задач "грунтовое основание - фундамент - наземная часть здания"	Численное моделирование задач "грунтовое основание - фундамент - наземная часть здания" - примеры задач совместного расчета зданий фундаментов и оснований - особенности моделирования конструкций сооружения и грунтов
13	Технологическая механика грунтов и ее учет в численном моделировании	Основные виды технологических воздействий на грунты основания. Примеры развития технологических осадков. Методы расчета технологических осадков и воздействий на грунты основания. - что понимается под технологическим воздействием - устройства свай различной технологии - устройство шпунта методом статического вдавливания и методы расчета этого процесса - устройство шпунтовых свай методом вибрационного воздействия - методы расчета этого процесса - устройство траншейной "свг" и методы расчета этого процесса

## 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
7	Решение температурных задач	Разработка собственно программы для решения температурной

	в геотехнике численными методами.	задачи. - написание стационарной задачи температуры - написание нестационарной задачи температуры
8	Методы решения нелинейных задач геотехники	Написание и разработка собственной программы реализующей упругую-линейную и нелинейную задачу. - написание алгоритма на python для упругой задачи - написание алгоритма для модели грунта Мора-Кулона
10	Реализация расчета консолидации грунта численным методом	Написание программы для генерации гидростатического давления в грунте и фильтрации грунтовых вод - написание программы для решения фильтрационной задачи
11	Численные методы решения задач динамики грунтов	Решение задачи о динамическом погружении свай - моделирование забивки свай - моделирование вибрирования шпунтовых свай
13	Технологическая механика грунтов и ее учет в численном моделировании	Моделирование задач о погружении свай с учетом технологии изготовления

### 5.3. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
1	Опыт применения численного моделирования в решение геотехнических задач.	Работа с программным комплексом реализующим численный метод конечных элементов. Работа с интерфейсом программы.
2	Основные математические операции, которые используются в численном моделировании при решении прикладных геотехнических задач	Работа с современными программными комплексами, реализующие математические операции с помощью ЭВМ (MathCad, Matlab, Maple и пр.)
3	Основы языка программирования Python. Синтаксис языка программирования. Библиотеки, для матричного вычисления. Библиотеки для визуализации данных.	Установка и написание первой простой программы на языке программирования Python. Работа с: типами данных, условиями, циклами, функциями.
4	Метод конечных элементов на примере задачи Пуассона	Математический аппарат метода конечных элементов в геотехнических программных комплексах. Создание модели фундамента мелкого заложения.
5	Моделирование фильтрации грунтовых вод.	Решение задачи фильтрации в программном комплексе. - создать модель фильтрации через грунтовое основание - создать модель фильтрации через природный откос - создать модель фильтрации через противофильтрационную завесу
6	Задача теории упругости в	Решение задачи нагрузки на упругое полупространство с гибким и жестким штампом. Определение напряжения и деформаций упругого



	геотехники.	полупространства. Решение упругой задачи в программном комплексе, реализующем метод конечных элементов.
7	Решение температурных задач в геотехнике численными методами.	Решение температурной задачи в программном комплексе реализующем метод конечных элементов - решение простейшей температурной задачи. Методика ее решения. Свойства грунта. Особенности граничных условий. - решение задачи о влияния здания на температуру вечно-мерзлых грунтов
8	Методы решения нелинейных задач геотехники	Моделирование работы фундамента с нелинейным основанием - моделирование различных задач с линейным и нелинейным поведением
9	Основные нелинейные модели грунтов.	Верификация моделей - верификация линейно упругая модели - верификация упругопластическая модели - верификация модели soft soil - верификация модели soft soil creep - верификация модели hardening soil - верификация модели hardening soil small strain
10	Реализация расчета консолидации грунта численным методом	Моделирование консолидации грунтового основания в программных комплексах - решение задачи о консолидации насыпи - решение задачи о вторичной консолидации основания
11	Численные методы решения задач динамики грунтов	Решение задачи о распространении колебаний в грунте от оборудования моделирование фундамента с динамическими нагрузками
12	Численное моделирование задач "грунтового основание - фундамент - наземная часть здания"	Разработки модели для совместного расчета "основания-фундамента-наземных конструкций" - моделирования фундаментов с приложением нагрузок на обрез фундамента - моделирование сооружения с учетом наземных конструкций и приложением нагрузок на обрез фундамента - определение усилий в фундаментах -определение жесткостей фундаментов - верификация моделей в различных программных комплексах
13	Технологическая механика грунтов и ее учет в численном моделировании	Учет технологических осадок при откопке котлованов

#### 5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Опыт применения численного моделирования в решение геотехнических задач.	Выполнение домашних заданий / пройденного материала / изучение дополнительной литературы
2	Основные математические операции, которые используются в численном	Выполнение домашней работы / изучение лекционных материалов / изучение дополнительной литературы

	моделировании при решении прикладных геотехнических задач	
3	Основы языка программирования Python. Синтаксис языка программирования. Библиотеки, для матричного вычисления. Библиотеки для визуализации данных.	Выполнение домашней работы / изучение лекционных материалов / изучение дополнительной литературы
4	Метод конечных элементов на примере задачи Пуассона	Выполнение домашней работы / изучение лекционных материалов / изучение дополнительной литературы
5	Моделирование фильтрации грунтовых вод.	Выполнение домашней работы / изучение лекционных материалов / изучение дополнительной литературы
6	Задача теории упругости в геотехнике.	Выполнение домашней работы / изучение лекционных материалов / изучение дополнительной литературы
7	Решение температурных задач в геотехнике численными методами.	Выполнение домашней работы / изучение лекционных материалов / изучение дополнительной литературы
8	Методы решения нелинейных задач геотехники	Выполнение домашней работы / изучение лекционных материалов / изучение дополнительной литературы
9	Основные нелинейные модели грунтов.	Выполнение домашней работы / изучение лекционных материалов / изучение дополнительной литературы
10	Реализация расчета консолидации грунта численным методом	Выполнение домашней работы / изучение лекционных материалов / изучение дополнительной литературы
11	Численные методы решения задач динамики грунтов	Выполнение домашней работы / изучение лекционных материалов / изучение дополнительной литературы
12	Численное моделирование задач "грунтовое основание - фундамент - наземная часть здания"	Выполнение домашней работы / изучение лекционных материалов / изучение дополнительной литературы
13	Технологическая механика грунтов и ее учет в численном моделировании	Выполнение домашней работы / изучение лекционных материалов / изучение дополнительной литературы

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Итогом изучения дисциплины является зачет с оценкой во 2 семестре и экзамен в 3 семестре. Зачет и экзамен проводятся по расписанию сессии. Форма проведения занятия – письменная или в виде теста. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

За счет времени, отведенного на самостоятельную работу, обучающийся должен изучить учебную и нормативную литературу, обработать результаты лабораторных работ выполнить курсовой проект.

Указания по выполнению, состав лабораторных работ, требования к отчету приведены в соответствующем курсе курса в СДО Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3633>). После выполнения лабораторной работы студент сдает отчет после его оформления через инструменты СДО Moodle в установленные сроки.

Курсовой проект обучающийся выполняет по указаниям, приведенным в соответствующих разделах курса в СДО Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3633>).

Исходные данные - сведения о конструктивных решениях здания и инженерно-геокриологических условиях площадки строительства.

К сведениям о конструктивных решениях относятся планы этажей и поперечные разрезы здания, схемы приложения нагрузок к подземной части здания от надземной.

Студенту предлагается самостоятельно выбрать здание, подземную часть которого он должен будет рассчитать. Здание может быть промышленного или гражданского назначения, отдельным сооружением повышенного уровня ответственности и пр., возводимого в условиях распространения вечномёрзлых грунтов.

На выбор здания и поиск сведений о нем студенту отводится 6 первых недель семестра. Целью этого этапа является не только сбор данных об объекте, но и накопление научно-технической информации об опыте строительства зданий в особых условиях.

Сведения об инженерно-геокриологических условиях площадки строительства выдает преподаватель после того, как станут известны конструктивные решения здания.

После завершения курсового проекта студент сдает его на проверку преподавателю через СДО MS Teams или Moodle. В случае отсутствия грубых ошибок, заимствования проект подлежит защите преподавателю в форме собеседования по курсовому проекту или в форме тестирования.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Опыт применения численного моделирования в решение геотехнических задач.	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-6.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК-5.3	Ответы на вопросы/тестирование по результатам лекционных, практических и лабораторных занятий.
2	Основные математические операции, которые используются в численном моделировании при решении прикладных геотехнических задач	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-6.3, ПК-5.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5	Ответы на вопросы/тестирование по результатам лекционных, практических и

			лабораторных занятий.
3	Основы языка программирования Python. Синтаксис языка программирования. Библиотеки, для матричного вычисления. Библиотеки для визуализации данных.	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-6.3, ПК-5.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4	Ответы на вопросы/тестирование по результатам лекционных, практических и лабораторных занятий.
4	Метод конечных элементов на примере задачи Пуассона	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК(Ц)-1.2, ПК-1.1, ПК-1.4, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4	Ответы на вопросы/тестирование по результатам занятия
5	Моделирование фильтрации грунтовых вод.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5	Ответы на вопросы / тестирование по результатам занятий.
6	Задача теории упругости в геотехники.	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-6.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК-5.1, ПК-5.3	Ответы на вопросы/тестирование по результатам занятий.
7	Решение температурных задач в геотехнике численными методами.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-6.3, ПК-5.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК-5.1, ПК-5.4, ПК(Ц)-1.5	Ответы на вопросы / тестирование по результатам занятий
8	Методы решения нелинейных задач геотехники	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5	Ответы на вопросы / тестирование по пройденному материалу на занятиях
9	Основные нелинейные модели грунтов.	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК(Ц)-1.2	Ответы на вопросы / тестирование по результатам занятий
10	Реализация расчета консолидации грунта численным методом	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК(Ц)-1.2	Ответы на вопросы / тестирование по пройденному материалу
11	Численные методы решения задач динамики грунтов	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5	Ответы на вопросы / тестирование по пройденному материалу
12	Численное моделирования задач "грунтовое основание - фундамент - наземная часть здания"	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5	Ответы на вопросы / тестирование по пройденному материалу
13	Технологическая механика грунтов и ее учет в численном моделировании	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5	Ответы на вопросы / тестирование по пройденному материалу
14	Экзамен	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК	Устный ответ по

		-1.4, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5	вопросам билета.
15	Зачет с оценкой	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК(Ц)-1.2, ПК-1.1, ПК-1.4, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5	Ответы на вопросы по лекционному материалу. Решение контрольной задачи на одну из тем пройденных на лабораторных и практических занятиях.
16	Промежуточная аттестация	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК(Ц)-1.2	
17	Консультация	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК(Ц)-1.2	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Основные тематики контрольных вопросов:

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК-6.3, ПК(Ц) 1.1-1.5)

-Расчет ленточного фундамента на одномерном основании (исходные данные задаются преподавателем)

-Расчет консольного шпунта на одномерном основании (исходные данные задаются преподавателем))

-Определение несущей способности сваи численным методом (исходные данные задаются преподавателем)

-Определить несущую способность сваи, с учетом технологии численным методом (исходные данные задаются преподавателем)

-Выполнить расчет модели по оценке влияния откопки котлована на здания окружающей застройки (исходные данные задаются преподавателем)

-Выполнить фильтрационный прогноз (исходные данные задаются преподавателем)

-Определить колебания грунта на расстоянии 10 м от места забивки сваи численным методом (исходные данные задаются преподавателем)

-Определить дополнительные деформации зданий окружающей застройки от устройства траншейной стены в грунте (исходные данные задаются преподавателем)

-Определить дополнительные деформации зданий окружающей застройки от статического погружения сваи (исходные данные задаются преподавателем)

-Построить расчетную модель в САПФИР и выполнить ее расчет в ЛИРА-САПР (исходные данные задаются преподавателем)

-Написать сценарий на Python для моделирования параметрической задачи (исходные данные задаются преподавателем)

-Выполнить моделирование испытания трехосного сжатия грунта в модуле Soil test (исходные данные задаются преподавателем)

- уметь объяснить физический смысл и как реализовать с помощью МКЭ задачу Пуассона

- уметь объяснить физический смысл и как реализовать с помощью МКЭ задачу фильтрации

- уметь объяснить физический смысл и как реализовать с помощью МКЭ задачу температуры

- уметь объяснить физический смысл и как реализовать с помощью МКЭ задачу упругости

- уметь объяснить физический смысл и как реализовать с помощью МКЭ задачу

нелинейности на примере модели грунта Мора-Кулона

- уметь объяснить физический смысл и как реализовать с помощью МКЭ задачу динамики

- уметь объяснить физический смысл и как реализовать с помощью МКЭ задачу

консолидации

- уметь общую схему работы программы на основе МКЭ

Комплект задач и контрольных вопросов размещены по адресу:

ЭИОС Moodle <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=2830>

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> <li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li> <li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li> <li>- безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li> </ul>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li> <li>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li> <li>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li> <li>- обосновывает ход решения задач без затруднений</li> </ul>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Составить задание и программу на выполнение инженерно-геологических изысканий.
2. Установить разновидность крупнообломочных грунтов и песков.
3. Установить разновидность глинистых грунтов.
4. Определить прочностные характеристики грунта.
5. Определить коэффициент сжимаемости грунта.
6. Определить коэффициент фильтрации грунта.
7. Составить задание на проектирование фундаментов здания, сооружения.
8. Определить нагрузки на фундамент.
9. Определить расчетное сопротивление грунта основания.
10. Определить предельную нагрузку на грунт основания.
11. Определить осадку фундамента.
12. Определить несущую способность сваи по грунту.
13. Определить осадку свайного фундамента.
14. Разработать схему армирования фундамента.
15. Как задаются границы модели при численном моделировании?
16. Как задаются граничные условия модели при численном моделировании?
17. Как задается инженерно-геологическое напластование?



18. Какие модели грунта используются?
19. Что такое плоская задача?
20. Что такое осесимметричная задача?
21. Какие ситуации допустимо решать в плоской задаче?
22. Какие ситуации допустимо решать в осесимметричной задаче?
23. Какие параметры необходимы для линейно-упругой модели?
24. Какие параметры необходимы для идеальной упругопластической модели?
25. Какие параметры необходимы для упрочняющейся модели?
26. Какие конструкции допустимо моделировать с помощью линейно-упругой модели?
27. Какие крупности сетки конечных элементов присутствуют в Plaxis?
28. Какие параметры задаются на вкладке "Flow conditions"?
29. В чем заключается суть вкладки Staged constructions?
30. Какие параметры необходимы для расчета на фильтрацию?
31. Какие параметры необходимы для расчета на динамическую нагрузку?
32. В каком нормативном документе приведены требования к дополнительным деформациям зданий окружающей застройки?

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Выполнить расчет ленточного фундамента на одномерном основании (исходные данные задаются преподавателем)
2. Выполнить расчет консольного шпунта на одномерном основании (исходные данные задаются преподавателем)
3. Определить несущую способность сваи численным методом (исходные данные задаются преподавателем)
4. Определить несущую способность сваи, с учетом технологии численным методом (исходные данные задаются преподавателем)
5. Выполнить расчет модели по оценке влияния откопки котлована на здания окружающей застройки (исходные данные задаются преподавателем)
6. Выполнить фильтрационный прогноз (исходные данные задаются преподавателем)
7. Определить колебания грунта на расстоянии 10 м от места забивки сваи численным методом (исходные данные задаются преподавателем)
8. Определить колебания грунта на расстоянии 5 м от места вибропогружения шпунтовой сваи численным методом (исходные данные задаются преподавателем)
9. Определить дополнительные деформации зданий окружающей застройки от устройства траншейной стены в грунте (исходные данные задаются преподавателем)
10. Определить дополнительные деформации зданий окружающей застройки от статического погружения сваи (исходные данные задаются преподавателем)
11. Построить расчетную модель в САПФИР и выполнить ее расчет в ЛИРА-САПР (исходные данные задаются преподавателем)
12. Написать сценарий на Python для моделирования параметрической задачи (исходные данные задаются преподавателем)
13. Выполнить моделирование испытания трехосного сжатия грунта в модуле Soil test (исходные данные задаются преподавателем)

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Темы по курсовому проектированию "Численное моделирование в геотехнике" размещены по адресу: ЭИОС Moodle <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=2830>

Комплект заданий для курсового проекта содержит:

1. Инженерно-геологические условия площадки строительства.
2. Данные об окружающей застройке.
3. Глубина котлована.
4. Размеры котлована в плане.
5. Расстояние до зданий окружающей застройки

#### 7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и

(или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой и экзамена.

Экзамен и зачет с оценкой проводится в форме собеседования.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знания теоретического материала;</li> <li>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- знания теоретического материала</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,</li> <li>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</li> </ul>
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
-------------------	---	--	---	---

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Сузи Р. А., Язык программирования Python, Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/52211.html">http://www.iprbookshop.ru/52211.html</a>
2	Шелудько В. М., Язык программирования высокого уровня Python. Функции, структуры данных, дополнительные модули, Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/87530.html">http://www.iprbookshop.ru/87530.html</a>
3	Буйначев С. К., Боклаг Н. Ю., Песин Ю. В., Основы программирования на языке Python, Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/66183.html">http://www.iprbookshop.ru/66183.html</a>
4	Карпов В. В., Панин А. Н., Математическое моделирование и расчет элементов строительных конструкций, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/19335.html">http://www.iprbookshop.ru/19335.html</a>

5	Мангушев Р. А., Ершов А. В., Основания и фундаменты, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/30010.html">http://www.iprbookshop.ru/30010.html</a>
6	Златопольский Д. М., Основы программирования на языке Python, Москва: ДМК Пресс, 2018	<a href="https://e.lanbook.com/book/131683">https://e.lanbook.com/book/131683</a>
7	Мангушев Р.А., Сахаров И.И., Механика грунтов, Москва: АСВ, 2020	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432303387.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432303387.html</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Рябикова Т. В., Семенов А. А., Вариационные методы в задачах статики и динамики строительных конструкций, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/74323.html">http://www.iprbookshop.ru/74323.html</a>
1	Вагер Б. Г., Численные методы, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/78584.html">http://www.iprbookshop.ru/78584.html</a>
2	Мангушев Р. А., Усманов Р. А., Геотехнические методы подготовки строительных площадок, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/18991.html">http://www.iprbookshop.ru/18991.html</a>
3	Квасов Б. И., Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab, Санкт-Петербург: Лань, 2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/168887">https://e.lanbook.com/book/168887</a>

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Численное моделирование оснований и фундаментов	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=2830">https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=2830</a>

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	<a href="https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf">https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf</a>
Периодические издания СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)

Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г
Лира	Соглашение о сотрудничестве №СС002 от 12.11.2013 с ООО "ЛИРА софт". Лицензия бессрочная
Maple версия 2017	Договор №б/н от 21.06.2017 с АО "СофтЛайн Трейд". Лицензия бессрочная
Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная
Matlab версия R2019a	Договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты". Лицензия до 31.12.2025
Notepad++ версия 7.7.1	Свободно распространяемое
Plaxis 2D+3D версия 2018.01	Лицензия бессрочная
Python версия 3.7.6386.10	Свободно распространяемое

#### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

##### Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
24. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

<p>24. Учебная лаборатория грунтоведения ул. Егорова д5/8 ауд: 101Е, 201Е, 204Е, 206Е</p>	<p>-Одометр (компрессионный прибор, прибор одноосного сжатия) механический, Сдвиговой прибор механический, Испытательный комплекс АСИС: компрессионный прибор, сдвиговой прибор, Стабилометр (прибор трехосного сжатия) пневматический с бесшумным компрессором АСИС, Стабилометр (прибор трехосного сжатия) гидравлический с АСИС с комплектом оборудования: камеры типа "А", "Б", сферические иденторы, модуль одноосного сжатия скальных пород, одометр малого диаметра, Прибор вращательного среза грунтов (сдвигомер-крыльчатка), Пенетрометр системы Бойченко ПБ-1Ф, Испытательный стенд для моделирования работы фундаментов с системой АСИС, Прибор для определения степени пучинистости грунтов "Геотек" с морозильным шкафом, Система измерения температуры начала замерзания и оттаивания грунтов с малогабаритным морозильным шкафом, Прибор ПНГ-1 для определения свободного набухания, Шариковый штамп для испытания мерзлых грунтов к комплексу АСИС, Шкафы сушильные, Прибор стандартного уплотнения типа ПСУ малогабаритный, Бюксы, Весы лабораторные с максимальной массой 6 кг, Весы лабораторные с максимальной массой 0,5 кг (точные), Лабораторные ножи и шпатели, Индикаторы часового типа, Расходные материалы к оборудованию: резиновые и текстильные перчатки, вазелин, бумажные фильтры разного диаметра, латексные оболочки разного диаметра, резиновые перчатки</p>
<p>24. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.</p>
<p>24. Учебные аудитории для проведения практических занятий, лабораторных работ, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Центр испытания грунтов ул. 2-я Красноармейская, д.5, Ауд. №104</p>	<p>Многофункциональная пенетрационно – буровая установка с комплектом бурового инструмента и многоканальными зондами. Экспонаты музея геологии.</p>
<p>24. Помещения для самостоятельной работы</p>	<p>Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10</p>

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.